COMMUNICATIONS

Les allures de la Girafe en particulier le Galop

par M. E. Bourdelle.
Professeur au Muséum

Si les naturalistes qui traitent de la Girafe ne manquent pas, plus encore au sujet de cet animal que des autres, de s'occuper de ses attitudes et de ses mouvements, on peut dire que les opinions exprimées sont loin d'être précises. D'une façon générale, en effet, on s'accorde bien à dire que les Girafes « *marchent l'amble* », que leur « *pas est lent et mesuré* », qu'elles ont un « *galop lourd* » mais pourtant « *très rapide* » par suite de la dimension de chaque bond, et les mêmes appréciations se retrouvent, au moins avec le même sens, parfois avec la même forme, dans les diverses langues. Quelques auteurs font cependant exception. Buffon avait fait déjà remarquer que chez la Girafe la disproportion énorme de ses jambes dont : « celles de devant sont deux fois plus longues que celles de derrière, fait obstacle à l'exercice de ses forces » ; que « le corps n'a point d'assiette », que la « démarche est vacillante », que les « mouvements sont lents et contraints » et qu'ainsi cet animal, ne peut « ni fuir ses ennemis, ni servir ses maîtres ». Ces appréciations sont, à notre avis, des plus exactes, et l'on ne peut que regretter, que les observateurs ne s'en soient pas mieux pénétrés et inspirés.

Kalmann-Kittenberger, de son côté, a écrit tout récemment à propos de la Girafe que « sa démarche et ses mouvements sont « absolument uniques ; un vieux mâle vivant parmi les arbres de « la plaine, semble l'incarnation de la dignité. On chercherait en « vain la moindre gaucherie dans son maintien harmonieux. Toutefois, dès que l'animal est alarmé, un coup de théâtre se produit. « Dans sa course, qui tient du galop du chameau, il agite son corps « de droite et de gauche, tandis que son long cou exécute un mouve-

« ment d'avant en arrière, qui fait penser au mât d'un bateau, « naviguant sur une mer houleuse ».

Rien n'est encore plus exact que ces appréciations de Kalmann-Kittenberger, mais, comme celles de Buffon, si elles expriment pittoresquement les faits, et si elle les contiennent implicitement tous, elles n'apportent pas encore les précisions que l'on peut désirer, au sens où l'on comprend aujourd'hui l'étude des mouvements, et en particulier les allures, chez les bipèdes et chez les quadrupèdes. Ce sont quelques-unes de ces précisions que nous cherchons à donner ici.

*
* *

Disons tout d'abord que, du fait même de sa conformation, essentiellement caractérisée par le relèvement considérable de l'avant-main sur l'arrière-main, qui fait dire que l'animal est « *haut du devant* » ou « *fait en montant* », le système statique et dynamique que représente la Girafe, est mal équilibré et qu'il se traduit par une surcharge de l'arrière-main. Si on tient compte d'autre part, de la faiblesse générale de l'arrière-main, par rapport à l'avant-main, on se rend compte des mauvaises conditions mécaniques de la machine qu'est la Girafe. Au repos elle fatigue la partie la plus faible de son organisme, c'est-à-dire son arrière-main. En action, dans la locomotion en avant, les impulsions développées par les membres postérieurs et aussi par les membres antérieurs, contribueront plus à projeter l'animal en haut qu'en avant, d'où une perte manifeste de vitesse.

Dans une certaine mesure, le développement en longueur de l'encolure, laquelle est susceptible d'exécuter de grands mouvements dans le sens vertical, quoique on en ait dit, corrige ou tout au moins atténue les imperfections précédentes. L'abaissement de la tête et de l'encolure, permet en effet à l'animal, de ramener à sa volonté son centre de gravité en avant, de décharger par conséquent, les membres postérieurs et de surcharger d'autant les membres antérieurs. Le mouvement opposé du même balancier cervico-céphalique, donnant un résultat inverse. Les faits de cette nature ont été parfaitement établis, d'une façon expérimentale chez le cheval par Vincent et Goiffon d'une part, par G. Barrier d'autre part. Ils dominent d'ailleurs, on le sait, toute la mécanique des quadrupèdes et les Girafes, plus que tout autre animal, usent du moyen particulièrement précieux que la nature leur a donné pour corriger leur mauvaise conformation, ainsi qu'en témoignent tous leurs mouvements. Mais la Girafe n'en reste pas moins une machine très spéciale, qui, dans la mesure du possible, a cherché à s'adapter aux possibilités de sa conformation ; cependant elle ne l'a pas toujours pu, et elle ne l'a pas toujours fait.

*
* *

Tout comme chez l'homme, chez les Singes, et chez les divers quadrupèdes, la Girafe se déplace à la surface du sol, par des *allures symétriques* ou *asymétriques*, *marchées* ou *sautées*, et c'est seulement en tenant compte de cette double classification, que le problème de la locomotion des quadrupèdes peut être aujourd'hui abordé.

*
* *

Les *allures symétriques* se caractérisent par les mêmes mouvements, en espace parcouru et en temps, des membres gauche et droit, d'un même bipède transversal, antérieur ou postérieur. Ce sont : le *pas*, l'*amble* ; le *trot*. Le pas est toujours marché, c'est-à-dire que le

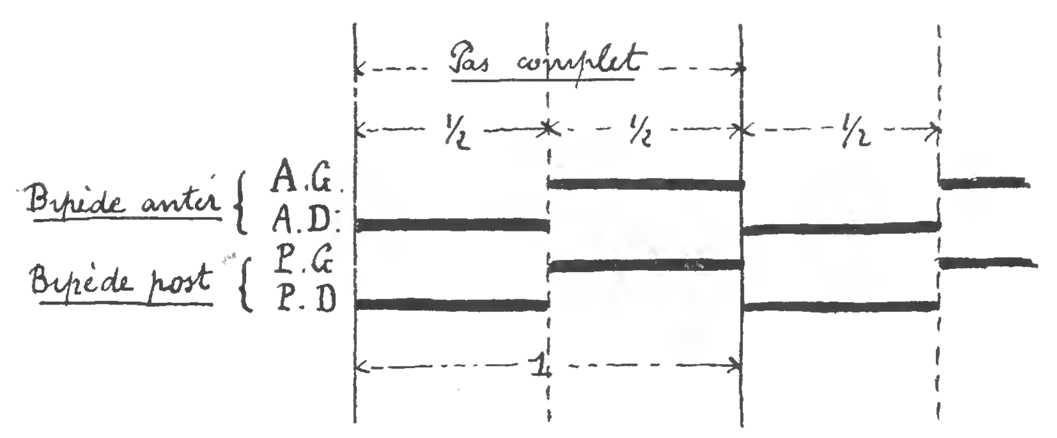


Fig. 1. — Notation de l'amble type.

corps reste toujours en contact avec le sol par un ou plusieurs membres. L'amble et le trot, peuvent être marchés ou sautés ; dans ce dernier cas, à un certain moment, le corps perd tout contact des membres avec le sol dans une période dite de *suspension*.

Les allures symétriques de la Girafe se rapportent toutes à l'amble, c'est-à-dire à la tendance à l'association en un parallélisme, plus ou moins exact d'appui, de soutien et de mouvements des membres antérieurs et postérieurs du coté gauche et du côté droit. Cette association parallèle des membres d'un même côté, veut dire que le bipède antérieur évolue synchroniquement avec le bipède postérieur. L'amble type que l'on veut réaliser chez la Girafe se caractérise donc ainsi :

A — (Période d'appui d'un membre) = S (Période de soutien) $= \frac{1}{2}$.

t — (Retard du bipède antérieur sur le bipède postérieur) = 0.

Ce qui s'exprime en notation classique dans la figure 1 : les appuis

de chaque membre étant indiqués en traits pleins, les soutiens n'étant pas marqués.

Dans cette forme type et classique de l'amble, les posers et les levers des membres antérieurs et postérieurs, d'un même côté, ont lieu en même temps. Ils succèdent aux levers et aux posers des membres antérieur et postérieur du côté opposé ; la durée des appuis et des soutiens dans chaque membre est la même et égale à 1/2, c'est-à-dire exactement à la moitié de la durée d'un pas complet, égale à 1. L'allure se caractérise dans ce cas, par une série de base de sustentation bipédales latérales qui rendent l'équilibre assez instable. Cette modalité de l'amble s'observe chez la Girafe d'une façon assez exceptionnelle. Elle répond à une allure légèrement pressée. A une

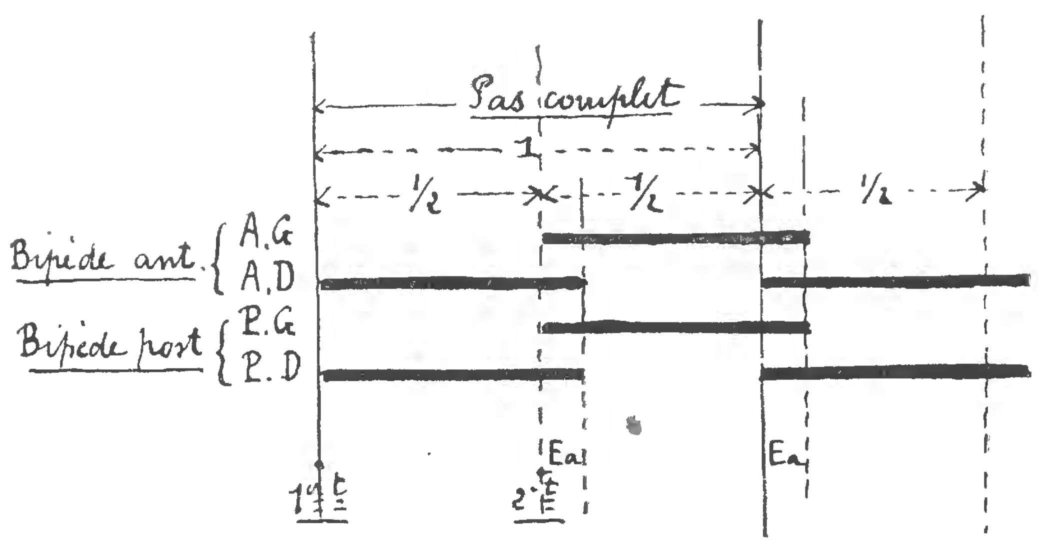


Fig. 2. — Amble marché ordinaire.

allure ralentie, qui est le pas ordinaire de la Girafe, l'amble, prend la forme d'*amble marchée*, qui se caractérise par une période d'appui de chaque membre, plus grande que la période de soutien, soit : $A > S > \frac{1}{2}$. Cela se traduit ainsi que l'exprime la figure 2 par de courtes *périodes d'échange d'áppui* et par l'interposition de petites *bases de sustentation quadrupédales* qui s'intercalent entre les bases de sustentation bipédales latérales, plus longues, ce qui assure ainsi l'équilibre.

Dans les formes très ralenties le synchronisme des levers et des posers antérieurs et postérieurs des formes précédentes caractérisées par $T = 0$ n'existe plus. Il y a au contraire dans chaque bipède latéral une légère anticipation du poser du membre postérieur sur le membre antérieur correspondant qui s'exprime par $t > 0$ et qui se traduit dans la notation représentée figure 3.

L'amble dans ce cas au lieu d'être à deux temps égaux, séparés, par des battues équidistantes, est à quatre temps inégaux, et à

quatre battues inégalement espacées qui marquent les quatre temps. En outre les bases de sustentation quadrupédales du cas précédent sont encadrées par des *bases tripédales* constituées au dépens des bases bipédales plus courtes, et qui consolident la stabilité de l'animal. Un tel amble dit *rompu*, est l'allure marchée la plus ordinaire de la Girafe, avec cette particularité que la dissociation des levers et des posers antérieur et postérieur, de chaque côté, est très courte, c'est-à-dire que t est très réduit. Elle se traduit par un pas, qui est encore très loin du pas proprement dit des quadrupèdes, dans lequel $t = \frac{1}{4}$ ce qui ne s'observe, peut-on dire, que d'une façon tout à fait exceptionnelle chez la Girafe.

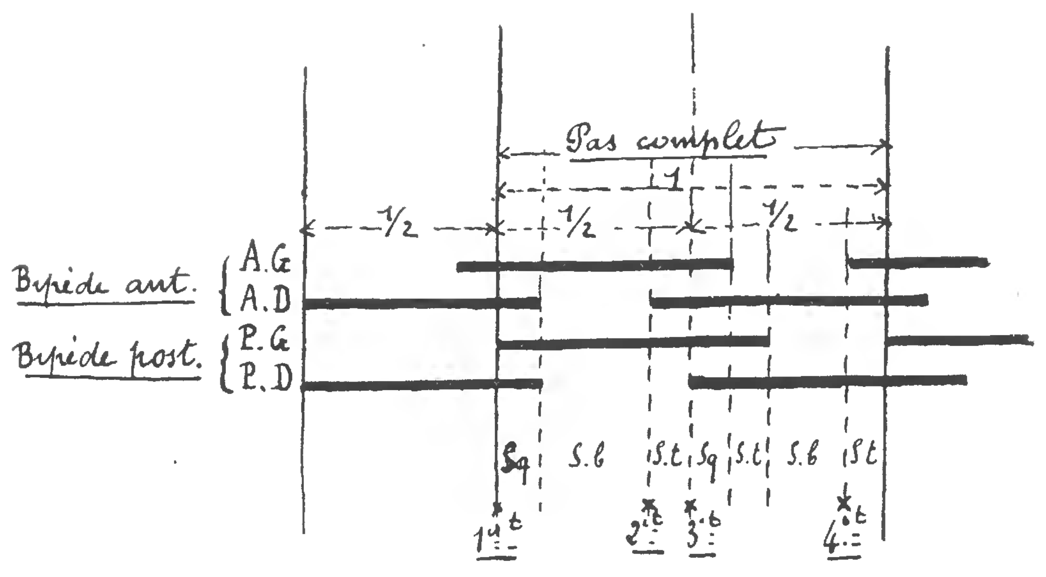


Fig. 3. — Amble marché rompu.

Dans une forme accélérée de l'amble — exceptionnelle aussi — chez la Girafe, la durée des soutiens peut l'emporter sur les appuis avec : $A < S > \frac{1}{2}$ ce qui se traduit ainsi que l'exprime la figure 4 par l'introduction d'une *période de suspension* $= \frac{1}{2} - A$ qui caractérise l'*amble sauté* ou *volant* (fig. 4).

Dans cette forme les posers antérieur et postérieur ont lieu latéralement en même temps, marquant deux temps égaux et deux battues équidistantes à chaque pas et $t = 0$. Cette allure s'observe chez la Girafe et on la reconnaît chez quelques sujets, dans un troupeau qui accélère son déplacement parmi une majorité d'animaux qui vont au galop. Mais sans doute, car nous n'avons pas suffisamment d'éléments d'appréciation pour cela, l'accélération de la vitesse doit progressivement dissocier les deux battues équidistantes de cet amble volant, par anticipation postérieure ou antérieure qui fait

que $t > 0$ et ccla doit préparer la transformation de cet amble volant symétrique en un galop latéral désuni, allure essentiellement asymétrique, qu'est le galop de la Girafe.

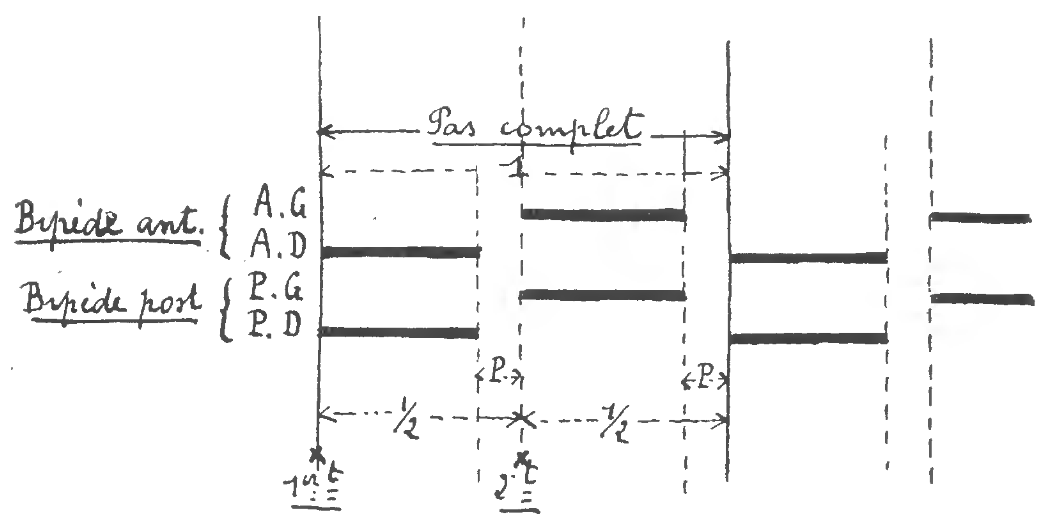


Fig. 4. — Amble sauté ou volant.

Aucune observation, aucun document photographique ne permet d'affirmer que t, anticipation du bipède antéricur sur le bipède postérieur, devient dans ccrtains cas égal à $\frac{1}{2}$, ou approche de ce chiffre

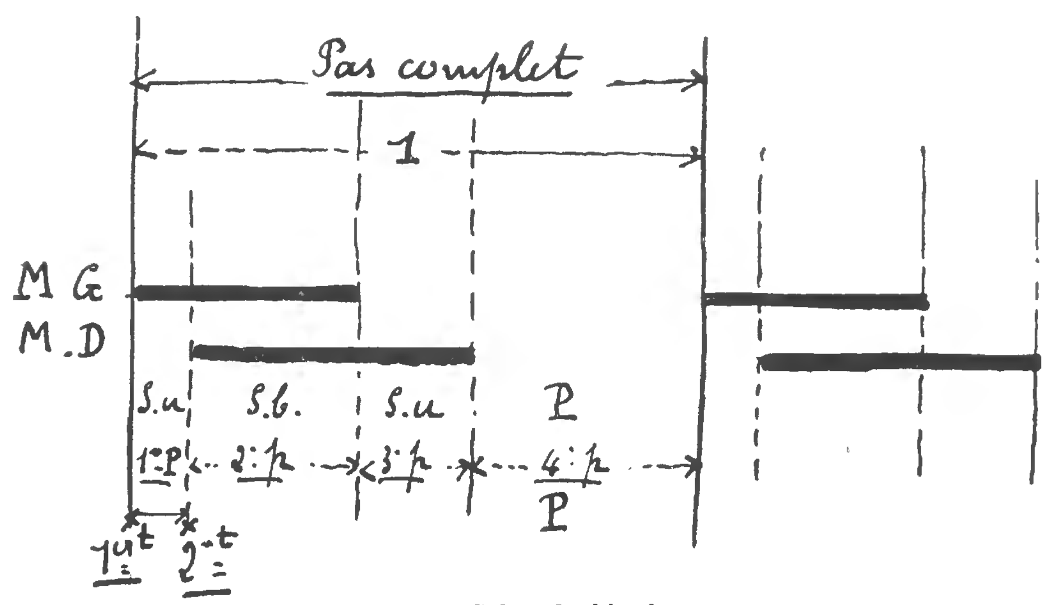


Fig. 5. — Galop du bipède

pour transformer l'amble sauté, déjà exceptionnel dc la Girafe, en un véritable trot. Le trot, allure symétrique marché ou sauté des autres quadrupèdes et en particulier du cheval, ne paraît pas exister chez la Girafe.

*
* *

Les *allures asymétriques* se caractérisent, contrairement aux allures symétriques, en ce que les membres gauche et droit d'un même bipède, n'exécutent pas ni en temps ni en espaces parcourus, les mêmes évolutions d'appui et de soutien. Ces modes de locomotion constituent normalement les *galops,* ou se retrouvent en des modalités spéciales, à titre exceptionnel, chez les sujets boîteux. Le *galop du bipède,* c'est-à-dire le *galop de l'homme,* ou mieux *galop de l'enfant,* se caractérise par l'appui moins prolongé du membre qui commence le pas, que l'autre membre venant à l'appui, plus long. La notation du galop du bipède se traduit par la notation représentée figure 5.

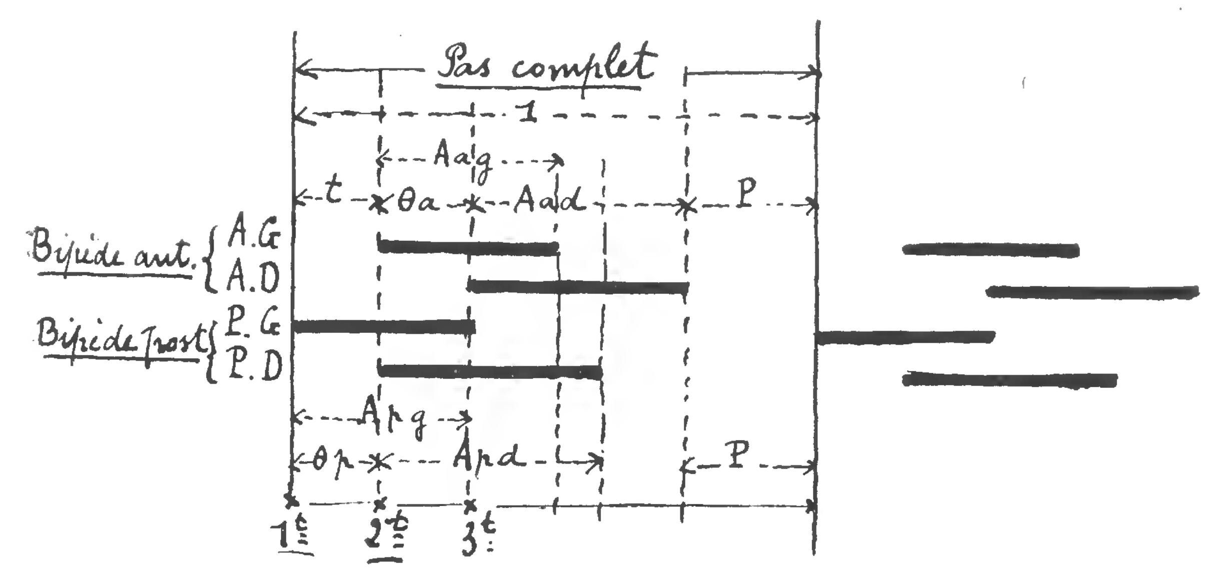


FIG. 6. — Galop du quadrupède à trois temps à droite.

Le bipède galope sur le pied qui termine le pas ou sur le pied opposé sur lequel il commence le pas. Dans le cas représenté ici il s'agit d'un galop à droite. Cet appui du membre droit (Ad) est plus grand que l'appui du membre gauche (Ag), $(Ad > Ag)$ représente le retard d'un membre sur l'autre. D'autre part $\theta + Ad < 1$ assure entre deux pas successifs une *période de suspension* ou de *projection* $S = 1 - (\theta + Ag)$ mais il peut arriver que $\theta + Ad = 1$ ou soit > 1 pour donner lieu à du *galop sans période de projection* ou *terre à terre.*

Les quadrupèdes galopent de leurs deux bipèdes, antérieur et postérieur soit sur le même pied *(galops justes* ou *réguliers)* ou, parfois, sur des pieds différents *(galops faux* ou *désunis)* avec cette particularité que le bipède antérieur est toujours en retard sur le bipède postérieur d'un temps *t*. Suivant que *t* est $= > $ ou $<$ que θ p., retard des membres postérieurs l'un sur l'autre, trois modalités différentes peuvent être distinguées dans le galop des quadrupèdes.

1° Quand t (retard du bipède antérieur sur le bipède postérieur $= \theta$ p (retard des deux membres postérieurs l'un sur l'autre), le poser du premier membre antérieur venant à l'appui se fait en même

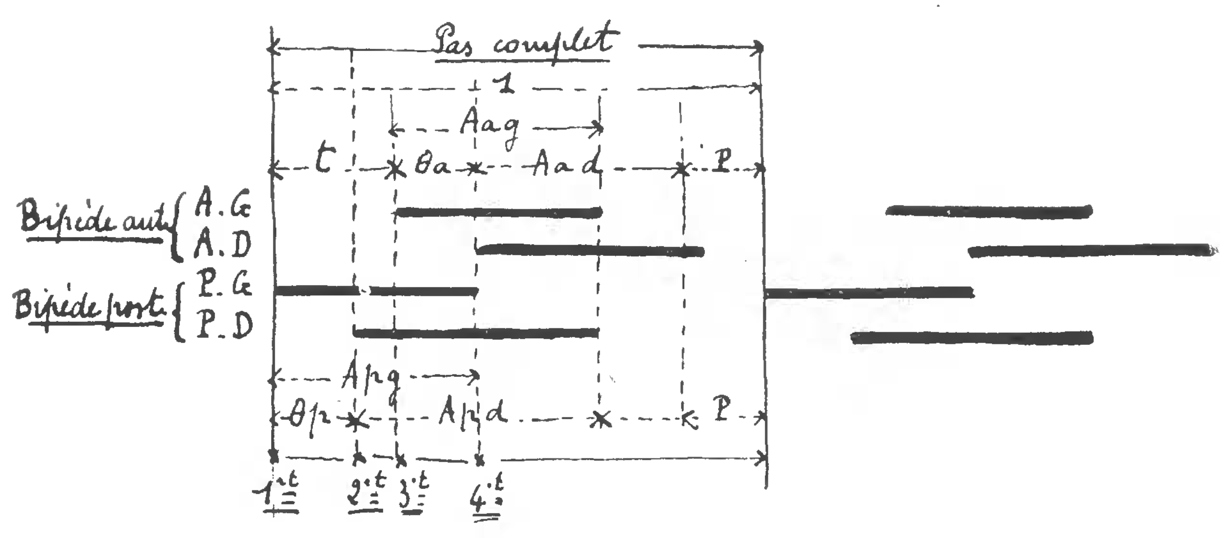


Fig. 7. — Galop de quadrupède à quatre temps sur les épaules.

temps que le poser du deuxième membre postérieur. Il y a trois battues associées, le galop est dit *galop à trois temps* et sa notation s'exprime comme dans la figure 6 pour un galop juste, à droite.

2° Quand t est $< \theta$ p, les posers antérieur et postérieur correspon-

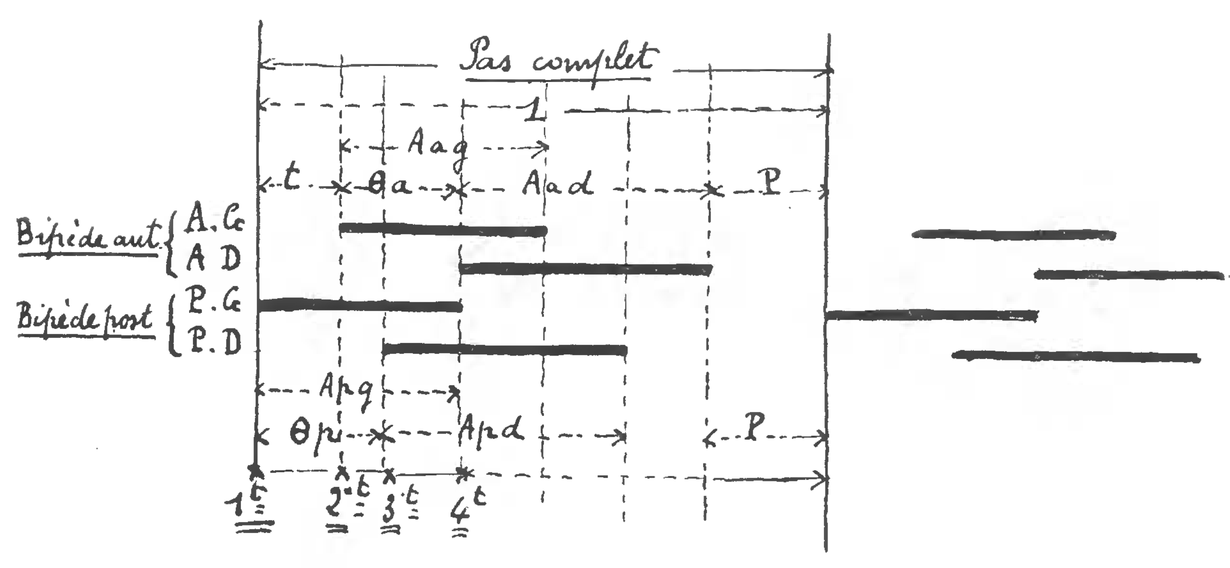


Fig. 8. — Galop de quadrupède à quatre temps sur les hanches.

dantes à chaque bipède, se dissocient par anticipation, plus ou moins marquée du premier poser antérieur sur le deuxième poser postérieur. On a alors un *galop à quatre temps* dit *sur les épaules*, noté figure 7.

3° Quand t est $\rangle \theta$ p, les posers antérieurs et postérieurs de chaque bipède se dissocient par anticipation plus ou moins marquée du poser du deuxième membre postérieur sur le premier membre antérieur venant à l'appui. On a alors un galop *à quatre temps* dit *sur les hanches*, noté figure 8.

Dans les deux premiers types de galop ainsi caractérisés, les variations de $t + \theta$ a $= \rangle$ ou $\langle$ Apg, entraînent des modalités différentes de base centrales, quadripédales et bipédales, et les relations de t $+ \theta$ a $+$ Aag $= \rangle$ ou $\langle$I, donnent encore au galop des aspects très particuliers. Dans le galop sur les hanches les relations de : θ p $+$ Apd $= \rangle$ ou $\langle$ t $+$ Oa, t étant $\rangle$ ou $\langle$que Apg, donnent à leur tour au galop à quatre temps sur les hanches des modalités très différentes. Ces modalités peuvent d'ailleurs exister en double suivant que l'animal galope du bipède antérieur et du bipède

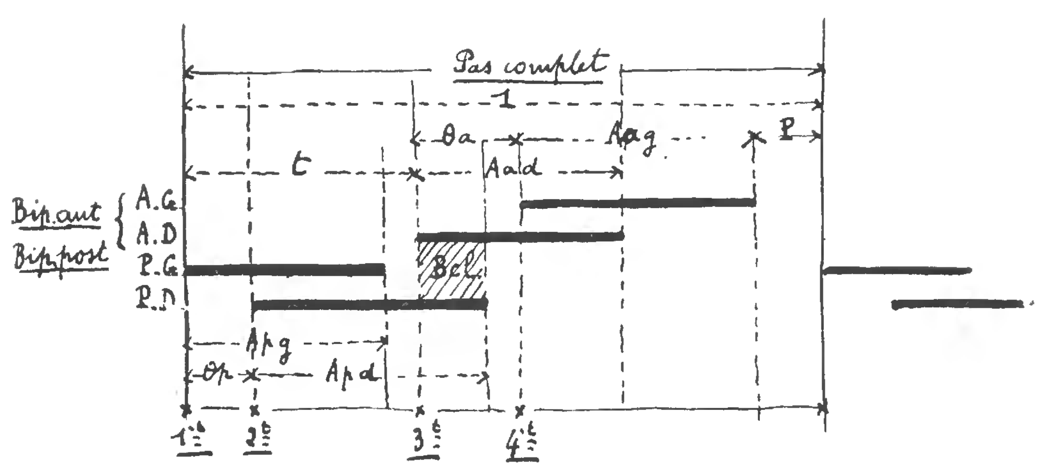


Fig. 9. — Galop à quatre temps sur les hanches de la Girafe.

postérieur sur le même pied (galop juste) ou sur des pieds différents (galop faux). Seuls des documents photographiques nombreux et des films en ralenti que l'on peut étudier et interpréter permettent de reconnaître les modalités du galop propre à une espèce déterminée. En ce qui concerne la Girafe, je dois ces documents au D[r] Heck, Directeur du Jardin Zoologique de Berlin. (Photographies instantanées prises en Afrique Orientale) et à M. François-Edmond Blanc (films remarquables pris en Afrique Orientale), que je ne saurais trop remercier ici. Ces documents qui se complètent et se contrôlent parfaitement, qui corroborent aussi les nombreux films présentés ces dernières années sur les Girafes en liberté, m'ont permis de reconnaître que le galop de la Girafe est un *galop à quatre temps sur les hanches* (t $\rangle \theta$ p) et dans lequel θ p $+$ Apd est $\langle$ t $+ \theta$a en même temps que t $\rangle$ Apg.

Mais ce galop offre cette particularité qu'il est *faux* ou *désuni*, c'est-à-dire que le bipède postérieur et le bipède antérieur ne galopent

pas sur le même pied. La notation en est exprimée dans la figure 9.

Ce galop à *quatre temps* et à *huit périodes* est essentiellement caractérisé par des *bases bipédales* antérieure et postérieure assez prolongées, suivies ou précédées de *bases unipédales* post. et ant. et par une *base centrale bipédale latérale* encadrée elle-même de bases unipédales. Cette notation fait ressortir la forme désunie ou fausse du galop, le bipède postérieur galopant à droite, le bipède antérieur galopant à gauche ou inversement. Si les deux bipèdes galopaient sur le même pied la base centrale au lieu d'être latérale serait *diagonale.* Le galop de la Girafe se rapproche ainsi, assez exactement, du *galop de course* du cheval, ou prend une forme intermédiaire entre ce galop et celui dit *de charge* suivant les variations de t par rapport à Apg. Si dans certains cas t diminue pour égaler ou pour devenir plus petit que Apg, la deuxième base unipédale post. peut disparaître et être même remplacée par une base bipédale comme cela existe dans le grand galop de charge du cheval. Aucune autre forme du galop de la Girafe n'a été observée sur les différents films que j'ai pu étudier.

On ne peut que s'étonner de voir la Girafe, très mal organisée en raison de la faiblesse naturelle de son arrière-main, galoper à la façon d'un cheval de course, dont la meilleure forme est, au contraire, dans la puissance de l'arrière-main et l'allègement de l'avant-main. Ce galop d'ailleurs, la Girafe le fait mal et elle le corrige par un changement de pied du bipède postérieur au bipède antérieur pour mieux l'adapter sans doute aux allures latérales auxquelles elle paraît prédisposée. Elle cherche à tirer le meilleur parti possible de son balancier cervico-céphalique, qui, au lieu de rester fortement tendu en avant, comme chez le cheval, pendant la course, exécute les oscillations verticales et latérales qui facilitent les déplacements difficiles du centre de gravité que les impulsions postérieures sont insuffisantes à réaliser. Mais de tout ce travail de l'animal il ne résulte qu'une faible vitesse, et, quoique l'on en puisse penser, la rapidité du galop de la Girafe n'est en rapport ni avec la forme de cette allure, ni avec la longueur quasi démesurée des membres de l'animal.

OUVRAGES ET TRAVAUX CONSULTÉS

Barrier et Goubaux. L'extérieur du cheval... (Librairie Asselin et Houzeau. Paris, 1890).

Brehm. Die Säugethiere. (Leipzig, 1912.)

Buffon. Histoire Naturelle des Animaux. (Paris, 1775.)

Colin. Traité de Physiologie. (Paris, 1886.)

Dugès. Traité de Physiologie comparée de l'homme et des animaux. (1838).

GOSSART. Les allures du cheval : Etude chronophotographique et mathématique. (Librairie Berger-Levrault, Paris, 1907).

KALMANN KITTENBERGER. Chasse et capture du gros gibier de l'Est Africain. Traduit du Hongrois par Garat. (Librairie Plon, Paris, 1933.)

LAULANIE. Éléments de Physiologie, 2e édition. (Librairie Asselin et Houzeau, Paris.)

MAREY. La machine animale. (Bibliothèque Scientifique Internationale.)

PERRIER ET MENEGAUX. La vie des animaux illustrée. (Librairie Baillière, Paris).

RAABE et BONNAL. Détermination des lignes de gravité du cheval. (Archives vétérinaires, 1883.)